Aus der Orthopädischen Abteilung der Zahnklinik der Universität Würzburg.
(Vorstand: Prof. Dr. Dr. J. M ü n c h).

# Untersuchung über neue Werkstoffe in der Prothetik unter besonderer Berücksichtigung von Heliodon.

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

**Joachim Weiss**
Zahnarzt aus Freital/Dresden.

Würzburg 1939.

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. J. Münch.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543524_0023

Die Aufgabe meiner Arbeit soll es sein von den in der Zahnheilkunde neu eingeführten Werkstoffen, vor allem Heliodon, zu untersuchen. Es sollen die technische Verarbeitungsweise und deren auftretenden Fehlerquellen, sowie die klinischen Erfahrungen dargelegt werden. Zunächst soll ein kurzer Überblick über die neuen Werkstoffe in der Prothetik im allgemeinen gegeben werden.

## 1. Kurzer Überblick über neue Werkstoffe in der zahnärztlichen Prothetik.

Zwei Hauptgründe haben uns veranlaßt, einen dem Kautschuk gleichwertigen Werkstoff in der Zahnheilkunde zu finden. Einmal das ästhetisch kosmetische Moment, das vor allem im Interesse des Prothesenträgers liegt und zweitens das wirtschaftliche Moment, das im Rahmen des Vierjahresplanes mithelfen soll, auch im Bereich der Zahnheilkunde Deutschland unabhängig zu machen und einen Werkstoff zu schaffen, den wir unabhängig vom Ausland selbst herstellen können. Von besonderer Wichtigkeit war es natürlich dabei, daß die neuen Werkstoffe in keiner Weise hinter dem Kautschuk zurückstehen. Wenn wir heute öfters von Ersatzwerkstoffen sprechen, so soll man den Begriff „Ersatz" nicht mit einer gewissen Skepsis hinnehmen. Ersatzwerkstoff bedeutet für uns soviel wie Austauschwerkstoff. Schon während des letzten Weltkrieges sind wir dazu übergegangen, die uns fehlenden Rohstoffe durch Kunststoffe zu ersetzen. Während man damals sich damit begnügte, für Kautschuk einfach einen Ersatz zu schaffen, haben sich die Verhältnisse heute gewandelt. Unsere immer mehr fortschreitende Industrie hat es sich

zur Aufgabe gemacht, den naturgegebenen Rohstoff durch einen synthetischen zu ersetzen. Auf Grund jahrelanger wissenschaftlicher Forschung sind wir heute in der Lage, viele Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens durch die Produktion von Materialien, die dem fehlenden Rohstoff zu mindest gleichwertig sind, herzustellen. So ist es gelungen, auch im Bereich der zahnärztlichen Prothetik Werkstoffe herzustellen, die zum Teil die gestellten Anforderungen noch übertrafen. Neben dem Heliodon sind vor allem noch zu nennen Gingivist, Neohekolith, Resovin, Paladon, Coralix, Kallodent und Rockodenta-Colloid. Alle diese neuen Werkstoffe genügen den Anforderungen, die man vernünftiger Weise an sie stellen kann und sie gehen in ihrer Leistungsfähigkeit weit über das hinaus, was man früher als Ersatzstoff anwandte. Den Einwand, die Kautschukprothese durch eine Metallprothese etwa aus Gold oder V2A-Stahl zu ersetzen, müssen wir, abgesehen von dem erheblichen Kostenaufwand für derartige Prothesen mit der Begründung zurückweisen, daß wir gerade heute das Metall nur in Ausnahmefällen in der Prothetik verarbeiten können.

Die chemische Industrie ging bei der Herstellung der neuen Werkstoffe von dem Gedanken aus, sich einheimischer Rohstoffe zu bedienen. Ferner sollten die kosmetischen Eigenschaften dem Kautschuk gegenüber wesentlich verbessert werden. Schließlich mußte der neue Werkstoff preiswert zu beschaffen und es sollten keine großen Apparaturen zur Herstellung erforderlich sein; auch sollte es ähnlich wie Kautschuk möglichst leicht zu verarbeiten sein. Nur wenn diese Voraussetzungen im großen und ganzen erfüllt werden konnten, durfte man damit rechnen, daß diese Werkstoffe Eingang in die soziale Praxis finden können.

Bei den angeführten Werkstoffen handelt es sich um sogenannte Kunst- oder Preßstoffe, die auf dem Gebiete der synthetischen Rohstofferzeugung breiten Raum gewonnen haben. Die ersten Kunststoffe überhaupt basierten auf der Verwendung organisch vorgebildeter Rohstoffe, wie Zellulose und Galalith (Kasein der Milch). Schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts glaubte man mit dem Zelluloid, hergestellt aus Nitrozellulose mit Kampfer, einen Ersatz für Kautschuk gefunden zu haben, der jedoch bald große Mängel aufwies. Demgegenüber war das Galalith, aus tierischem Rohstoff

gewonnen, schon ein weiterer Fortschritt. Es handelt sich hier um einen Kondensationsvorgang, wobei Kasein mit Formaldehyd zu einer Reaktion gebracht wird. Die kurz vor dem Krieg auf den Markt gebrachten sogenannten Kunstharze, die aus chemischer Veresterung von Naturharzen mit Kondensationsprodukten gewonnen wurden, konnten keine große Bedeutung erlangen. Mit der Erfindung des Bakeliths, eines rein synthetischen Kunstharzes, war der erste Schritt vom naturgegebenen Rohstoff zum rein synthetischen Kunststoff getan. Wir dürfen uns unter dem Begriff Kunstharz keineswegs Ersatzstoffe von Naturharzen vorstellen, sondern sie sind künstlich aufgebaute neue Werkstoffe, deren Zusammensetzung auf chemischer Basis erfolgt. An Hand vieler Versuche ist es den Chemikern gelungen, hitzebeständige, druckfeste, farbige oder durchscheinende Kunstharze zu schaffen. Damit waren viele Nachteile, die bei einer Zelluloidbasis auftraten, beseitigt. Die Gefahren der geringen Mundbeständigkeit, des unangenehmen auftretenden Geschmackes und des Schwammigwerdens der Zelluloidprothesen konnten in dieser Weise bei den Kunstharzen nicht mehr auftreten. Ein Werkstoff, den wir für eine Basisfläche verarbeiten, muß mundbeständig, hart, elastisch, von geringem Gewicht, von guter Saugfähigkeit, leicht zu verarbeiten und preiswert sein und dabei möglichst natürlich aussehen.

Nun noch ein kurzes Wort über die eigentliche Herstellung der heutigen Kunstharze. Bei diesen Kunstharzen handelt es sich um chemisch komplizierte Verbindungen, die durch Zusammentritt mehrerer Moleküle entstehen. Das Formaldehyd entsteht dabei aus Holzgeist, welcher das Nebenprodukt bei der Verkohlung von Holz ist. Durch Hydrierung von Kohle entsteht künstlicher Holzgeist, woraus ebenfalls Formaldehyd gewonnen wird. Bei beiden Grundstoffen handelt es sich um einheimische Produkte. Die Kunststoffe entstehen durch Aneinanderlagern von kleinen Einzelmolekülen zu Riesenmolekülen durch Kondensation oder durch Polymerisation. Unter Kondensation verstehen wir die Zusammenlagerung von Molekülen zweier Stoffe, wie wir es bei der Herstellung von Bakelith aus Phenol und Formaldehyd wahrnehmen, wobei ein dritter, neugebildeter Stoff, meistens Wasser, austritt. Unter Polymerisation verstehen wir die Zusammenlagerung von Molekülen gleichen oder

analogen Aufbaues, wobei kein dritter neuer Stoff austritt. Einwirkungen von Licht, Wärme oder chemischen Stoffen lösen Polymerisation aus. Dadurch, daß sich die Einzelmoleküle zu Riesenmolekülen zusammenlagern, ändern sich alle Eigenschaften. Der unpolymerisierte Stoff, der aus Einzelmolekülen besteht, kann zum Beispiel eine leicht bewegliche und stark riechende Flüssigkeit darstellen, die sogar noch leichter ist als Wasser. Durch die Polymerisation sinkt der Stoff ohne Änderung des Verhältnisses der Elemente in Wasser unter, wird geschmack- und geruchlos und, was von größter Wichtigkeit ist, auch fest. Die heute hergestellten Kunstharze setzen sich ausschließlich aus den Polymerisaten zusammen. Denn es hat sich gezeigt, daß die Versuche mit Kondensationsprodukten, also Phenolprodukte, sich im Munde nicht bewährt haben. Es dürfte nicht ganz ausgeschlossen sein, daß beim Tragen einer solchen Prothese im Munde Phenol freiwerden könnte und dann zu Schleimhautreizungen führen würde. Bei Werkstoffen, die weder Phenol noch Formalin enthalten, sondern aus polymerem Vynilester und Metacrylester bestehen, wie zum Beispiel das Neohekolith, ist diese Gefahr beseitigt. Ferner sind die Kondensationsprodukte irreversible thermoplastisch, d. h. sie gehen bei Wärmebehandlung aus dem plastischen und verformbaren Zustand in einen festen Endzustand über, der durch Wärme nicht mehr veränderlich ist. Deshalb sind solche Stoffe, abgesehen von anderen Eigenschaften, zur Verarbeitung für eine Prothese in der Zahnheilkunde nicht geeignet, während die Polymerisationsprodukte wegen ihrer Reversibilität für die zahnärztliche Prothetik zweckdienlich sind.

Über die Einteilung der Kunststoffe soll nachstehende Tabelle aus Gerlachs Buch „Neue deutsche Werkstoffe in der Zahnheilkunde" Aufschluß geben.

| Grundlage | Hauptgruppe | Erzeugnis-Beispiel | Reaktion | Thermisches Verhalten |
|---|---|---|---|---|
| Naturstoffe | I. Pflanzliche Umwandlungsprodukte | | | |
| | 1. Hartkautschuk | Ebonit | Vulkanisation | |
| | 2. Zelluloseabkömmlinge | Zelluloid<br>Viskose | | reversibel thermoplastisch |
| | II. Tierische Umwandlungsprodukte | | | |
| | 3. Kaseinabkömmlinge | Galalith | | |
| Synthese | III. Kondensationsprodukte | Mischkondensate und andere Kombinationen | Kondensation | irreversibel thermoplastisch |
| | 4. Kunstharze | Bakelite | | |
| | IV. Polymerisationsprodukte | | | |
| | 5. Polymerisate | Polyvinylverbindungen | Polymerisation | reversibel thermoplastisch |
| | 6. Mischpolymersate u. andere Kombinationen | Polystyrol<br>Polyacrylsäureester | | |

Kennt man die Zusammensetzung des Materials nicht und handelt es sich darum, festzustellen, ob man es mit einem zelluloidähnlichen Material oder einem Kunstharzprodukt zu tun hat, so muß man es einfach anbrennen. Bei Verkohlen des Materials und Auftreten von Phenolgeruch kann man auf ein Kunstharz schließen. Diese Polymerisate, zu denen neben Heliodon auch Gingivist, Resovin, Neohekolith und andere gehören, sind hitzebeständig, druckfest, farbig oder durchscheinend.

## 2. Heliodon – seine Zusammensetzung und Verarbeitung.

Heliodon ist im Handel als grobkörniges rosarotes Pulver erhältlich. Chemisch betrachtet, handelt es sich um ein thermoplastisches Acrylsäureesterpolymerisat. Durch die Pulverform ist die Verarbeitung gegenüber der früheren Plattenform wesentlich vereinfacht worden. Wie bei den übrigen thermoplastischen Werkstoffen ge-

schieht die Verarbeitung in der Weise, daß das Material durch Hitze und Druck in den Zustand völliger Homogenität übergeführt wird. Die thermoplastischen Massen sind nur heiß zu verformen und erfahren so ihre Härtung nach dem Erkalten.

Die Verarbeitung von Heliodon-Pulver geschieht auf folgende Weise:

**Einbettung:**

Der Abdruck wird mit Hartgips (Moldano) ausgegossen und auf dieses so erhaltene Gipsmodell wird die Prothese in Wachs modelliert. Von besonderer Wichtigkeit ist es dabei, daß das Wachs in den interdentalen Räumen gut ausfließt, damit später das Heliodon auch gut an die Zähne heranfließen kann. Dieses Wachsmodell wird nun mit oder ohne Gipsmodell ebenfalls wieder in Hartgips in die Küvettenhälfte eingesetzt, die mit Führungsschienen versehen ist. Am besten dafür geeignet ist die von der Firma Dentaurum, Pforzheim, gefertigte Spezialküvette. Es ist darauf zu achten, daß die Zahnschneiden beim Einbetten nach oben schauen und daß das Modell ungefähr gleichmäßig weit überall vom Küvettenrand entfernt ist. Auf diese Weise wird eine Über- bzw. Unterhitzung vermieden, die sich bei der Verarbeitung des Materials als sehr schädlich erweist. Während nun gewöhnlich bei der Verarbeitung von Heliodon darauf hingewiesen wird, daß das zu pressende Stück in der oberen und unteren Hälfte der Küvette gleich tief im Gips steht und der Zahnfleischrand mit dem Küvettenrande in einer Ebene liegen soll, halte ich nach meinen persönlichen Erfahrungen es für besser, so einzubetten, daß das Modell mit seinem unteren Wachsrand etwa nur 1 cm in den Gips eintaucht und der größere Teil des Wachsstückes über den Küvettenrand hinausragt. Dadurch entsteht beim Gegenguß in dem anderen Küvettenteil eine tiefe Mulde, in die das Pulver gut eingestreut werden kann. Ferner werden auf diese Weise unter sich gehende Stellen leichter vermieden und das Material kann überallhin gleich gut fließen und gepreßt werden. Den Gegenguß kann man nun auf zweierlei Art herstellen. Gewöhnlich wird vorgeschlagen, auf folgende Weise zu verfahren: Man läßt den Gips abbinden, isoliert mit Öl, setzt die zweite Küvettenhälfte auf und

füllt diese ebenfalls wieder mit Hartgips an. Zur Verhütung von Blasen klopft man während des Eingießens den Küvettenrand. Die geschlossene Küvette wird nach dem Erhärten des Gipses zum Ausbrühen des Wachses einige Minuten in kochendes Wasser gelegt. Nach dem Ausbrühen werden mit Fräsen die Thermometerlöcher und die Abflußgräben für das überschüssige Material angelegt. Ich halte es für zweckmäßiger, diese Abzugskanäle auf eine andere Art herzustellen. Die Erfahrung lehrt, daß die Bearbeitung des Hartgipses mit einer Fräse große Schwierigkeit bereitet und eine Verschmutzung des Modells leicht verursachen kann. Es ist eine wesentliche Vereinfachung der Arbeit, die Abflußkanäle mit einem Modellierinstrument in den noch weichen Gips zu ziehen. Einen Abflußgraben legt man in einer Entfernung von 1—2 cm parallel zum Küvettenrand, die übrigen Kanäle laufen vom Wachsmodell zu den an der Küvette befindlichen Einkerbungen. Für das Anbringen der Thermometer fertigt man kleine granatförmige Wachspfröpfe von etwa 1½ cm Länge. Den einen bringt man noch vor dem Erhärten des Gipses in 2,5 cm Entfernung vom Küvettenrand mit der Spitze nach unten in den Gips ein, den anderen befestigt man mit der breiten Basis auf den bereits im Gips steckenden Wachspfropf, so daß also die beiden Stümpfe aufeinanderstehen. Nach dem Erhärten des Gipses füllt man die Abflußgräben mit Wachs aus. Dann stellt man auf die übliche Weise den Gegenguß her und brüht wie im ersten Fall das Wachs aus. Die Stellen, die mit Wachs ausgefüllt waren, haben nun in Gips die entsprechenden Vertiefungen für Abflußgräben und Thermometerlöcher hinterlassen.

**Vorwärmen:**

Man nimmt nun die Küvette auseinander und führt in jede Küvettenhälfte in die vorgesehenen Löcher je ein Thermometer ein. Es ist darauf zu achten, daß die Thermometer festsitzen, da sonst die Temperaturmessungen ungenau werden. Zu diesem Zwecke kann man entweder die Spitze der Thermometer mit Zinnfolie umwickeln oder, wenn der Durchmesser der Löcher zu klein gestaltet wurde, diese mit einer Fräse erweitern. Die beiden Küvettenhälften werden auf zwei Rundbrenner gestellt und gleichmäßig bis zu einer Temperatur von 160° Celsius erwärmt. Will man Heliodon in Verbindung mit Metallplatten oder Zinnbasis verarbeiten, dann ist dar-

auf zu achten, daß die Temperatur der Küvettenhälfte, die die Metallplatte oder Zinnbasis trägt, 140° und die der anderen Hälfte, in der die Zähne stehen, 160° Celsius beträgt.

**Aufstreuen des Pulvers und Pressen.**

Bei der Herstellung einer einfachen Heliodonprothese wird, wie bereits erwähnt, bei einer Temperatur von 160° Celsius das Gas abgedreht. Hierauf steigt die Temperatur noch um einige Grad. Sobald das Thermometer fällt, streut man das Heliodonpulver in die Küvettenhälfte, in der die Zähne eingebettet sind, und zwar in solcher Menge, daß der Hohlraum reichlich ausgefüllt ist und ein kleiner Wall über diesen ragt. Um eine homogene Verschmelzung des Pulvers zu erreichen, schließt man nach Entfernung der Thermometer die beiden Küvettenhälften und läßt einen möglichst starken Preßdruck auf die Küvette einwirken. Durch die vorgenommene Erwärmung wird das Pulver zäh und dickflüssig und fließt sehr gut aus. Die Pressung soll langsam vor sich gehen und soll auf ca. 10—15 Minuten ausgedehnt werden. Dadurch kann sich das Material immer wieder von neuem erwärmen und so plastisch bleiben. Um einen zu starken Wärmeentzug durch die Presse zu vermeiden, legt man Asbestscheiben unter. Um Bißerhöhungen zu verhindern, muß die Küvette vollständig zum Schluß gebracht werden.

Handelt es sich um die Herstellung einer Heliodonprothese in Verbindung mit einer Metallplatte oder Zinnbasis, so ist darauf zu achten, daß das Pulver erst dann aufgestreut werden darf, wenn die eine Küvettenhälfte, die die Metallplatte oder Zinnbasis enthält auf 140° C erwärmt ist, in dem gleichen Augenblick, in dem die Temperatur der anderen Küvettenhälfte nach Erreichung der 160°-Marke bereits wieder im Fallen begriffen ist. Im übrigen ist der Werdegang der gleiche wie bei der Anfertigung einer einfachen Heliodonprothese.

**Reparaturen:**

Für die Herstellung einer Reparatur bereitet man die zu reparierende Stelle genau wie bei Kautschukreparaturen vor, indem man sie mit Schwalbenschwänzen versieht .Der übrige Werdegang ist

genau der gleiche, wie die Herstellung einer Heliodonprothese in Verbindung mit einer Metallplatte, wobei die mit dem Reparaturstück beschickte Küvettenhälfte auf 140° C erhitzt wird.

**Ausarbeitung:**

Im großen und ganzen ist die Ausarbeitung von Heliodonprothesen die gleiche wie bei Kautschukprothesen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß es zweckdienlich ist, möglichst wenig mit Fräsen die Prothesen zu bearbeiten, da sonst leicht Schädigungen durch die große Wärmeentwicklung der rotierenden Fräse entstehen. Feilen und Sandpapier haben sich sehr gut bewährt. Beim Polieren muß man darauf achten, die Prothese immer feucht zu halten, da sonst weißliche Verfärbungen auftreten.

Bei der Verarbeitung von Heliodon machte ich die Erfahrung, daß der Arbeitsgang ohne großen Aufwand an Zeit, Mühe und Apparaturen vor sich geht. Lediglich das Ausbetten aus dem Hartgips bereitet etwas Schwierigkeiten. Ferner ist genau darauf zu achten, die angegebenen Temperaturen einzuhalten. Das Material verträgt unter keinen Umständen Temperaturschwankungen über 10 Grad. Bei zu niedriger Temperatur fließt das Material nicht richtig aus und wird griselig. Bei zu hoher Temperatur wird das Material blasig und es treten weiße Verfärbungen auf. Besonders hervorzuheben ist noch der Umstand, daß im Vergleich zur Kautschukverarbeitung kein Vulkanisieren und deshalb auch keine besondere Apparatur nötig ist.

### 3. Chemische und physikalische Eigenschaften von Heliodon.

Die Frage, ob Heliodon geeignet ist, als Prothesenwerkstoff verwendet zu werden, kann nicht nur durch Beobachtungen der Prothesen beim Tragen entschieden werden, sondern gründliche Laboratoriumsversuche chemischer und physikalischer Art müssen zunächst einmal die Eignung beweisen. Ich habe bei meinen Versuchen den Kautschuk zum Vergleich herangezogen, um einige Anhaltspunkte zu haben. Der Kautschuk ist als das meist verwendete Prothesenmaterial in seinen voraussetzlichen Bedingungen bekannt.

**Spezifisches Gewicht:**

Heliodon ist spezifisch leicht. Sein spezifisches Gewicht ist fast 50% geringer, als das des Kautschuks. Die Tatsache, daß sich Heliodon mit anderen Stoffen in Verbindung bringen läßt, hängt damit zusammen, daß sich bei der Verarbeitung im Gegensatz zu Kautschuk keine Sulfid- bzw. Oxydschicht bildet. Es kann deshalb gut mit Metallen verarbeitet werden. Die folgenden Photographien zeigen einwandfrei, wie gut Heliodon den Zähnen anhaftet, mit denen es verarbeitet wird.

**Haltefestigkeit:**

Bild I zeigt links den Schliff eines Diatorixzahnes, der nach genauer Vorschrift mit Heliodon gepreßt wurde, rechts den Schliff eines Kramponzahnes mit dem gleichen Versuch. Deutlich erkennbar ist das fugenlose Anliegen von Heliodon an den Zähnen bewiesen.

Bild II zeigt die Haltefestigkeit der Zähne in Heliodon. Bei einem ausgeführten Schlag auf die Zahnreihen einer Versuchsprothese zerbrachen die Zähne und die Reste blieben fest in der Prothese verankert.

**Adhäsion:**

Durch einen weiteren Versuch soll die Adhäsionskraft von Heliodon bewiesen werden. Es wurden aus Heliodon und Kautschuk kleine Plättchen in der Größe von 19 mm Länge und 15 mm Breite angefertigt. Da das ganze einer einheitlichen Wägung unterzogen wird, spielt die Dicke keine Rolle. Die Plättchen wurden weder poliert noch sonst wie ausgearbeitet. Auf diese Weise soll der Versuch genau den Verhältnissen entsprechen, welchen die Prothese beim Tragen im Munde des Patienten ausgesetzt ist; denn eine Prothese wird auf der Unterseite, wo sie die Konturen der Schleimhaut des Mundes widergibt, auch nicht ausgearbeitet. Die zu untersuchenden Plättchen wurden mit mineralisiertem Speichel befeuchtet und an die Unterseite einer Glasplatte geklebt, die parallel zur Tischebene montiert war. An den Plättchen wurde eine Aufhängevor-

Bild I.

Bild II.

richtung angebracht, die zur Aufnahme eines konstruierten Gewichtstellers diente. Dieser Gewichtsteller wurde solange mit Gewichten belastet, bis das Plättchen von der Glasplatte abfiel. Bei einem dreimaligen Versuch ergaben sich folgende Werte:

| | Heliodon | Kautschuk |
|---|---|---|
| Plättchen 1 | 15,117 g | 9,17 g |
| Plättchen 2 | 17,817 g | 8,64 g |
| Plättchen 3 | 21,0 g | 9,1 g |
| Durchschnitt: | 17,978 g | 8,97 g |

Die Adhäsion beträgt also:

| | | |
|---|---|---|
| bei Heliodon | pro qcm | 6,3 g |
| bei Kautschuk | pro qcm | 3,14 g |

Dem Adhäsionsgewicht entgegen wirkt die Schwerkraft. Plättchen, Aufhängevorrichtung und Gewichtteller müssen mitgewogen werden, da sie dem Gesetz der Schwerkraft zufolge auch zu dem die Adhäsion aufhebenden gemessenen Gewicht gehören.

Die Zahlen drücken die Werte in Gramm aus, bei denen die Plättchen herabfielen in dem Augenblick, als die Belastung größer wurde als die Adhäsionskraft. Aus den Werten der Tabelle geht deutlich hervor, daß die Adhäsionskraft von Heliodon pro qcm doppelt so groß ist, als die vom Kautschuk. Wenn auch die Adhäsionskraft allein den Sitz der Prothese nicht bestimmt, — denn dafür sind noch andere Gesetze gültig, da hier noch die Vakuumwirkung hinzutritt —, so trägt sie doch ein gutes Stück zum Befestigen der Prothese bei.

Die größere Saugfähigkeit des Heliodons gegenüber Kautschuk ist hauptsächlich auf die völlig glatte und porenfreie Oberfläche des Materials zurückzuführen.

**Oberflächendichte:**

Zur Feststellung der Oberflächendichte von Heliodon führte ich folgenden Versuch aus. Die Untersuchungen mußten so vorgenom-

men werden, daß sie genau den Forderungen der Mundhöhle entsprachen. Es war hierzu die Verwendung von Speichel notwendig. Da aber der natürliche Speichel außerhalb der Mundhöhle vielfachen Veränderungen unterworfen ist, benutzte ich einen künstlich mineralisierten Speichel, der nach Leonhardt die genaue Zusammensetzung des menschlichen Speichels besitzt und sich wie folgt zusammensetzt:

| | | |
|---|---|---|
| Rp. | Kal. chlorat. | 0,84 |
| | Kal. sulf. | 0,31 |
| | Kal. phosph. | 0,47 |
| | Natr. phosph. | 0,37 |
| | Calc. phosph. | 0,20 |
| | Magn. phosph. | 0,008 |
| | Aqu. dest. | ad 1000,0 |

Diesem Rezept setzte ich analog von Ploch (Dissertation über Paladon ...) jeweils 5% Buttersäure und 1% Milchsäure zu, da diese Säuren vorwiegend bei Gärungsprozessen in der Mundhöhle eine Rolle spielen. Ferner gab ich dem Reagenz noch Methylenblau hinzu, um die Oberflächendichte besser nachweisen zu können. Zu diesem Zweck fertigte ich mir je einen kleinen polierten Würfel von 1 $cm^3$ von Heliodon, rotem und rosa Kautschuk an. Ebenso je einen unpolierten Würfel, im ganzen also 6 Würfel. Es handelte sich hierbei um völlig ausgetrocknete Versuchsobjekte.

Diese 6 Würfel setzte ich 8 Tage lang der Einwirkung diesem Reagenz aus. Am 8. Tage durchsägte ich die kleinen Würfel der Reihe nach und stellte bei der Untersuchung folgende Ergebnisse fest:

| | | |
|---|---|---|
| Heliodon | poliert | keine Verfärbung |
| Heliodon | unpoliert | keine Verfärbung |
| Kautschuk rot | poliert | keine Verfärbung |
| Kautschuk rot | unpoliert | leichte oberflächliche Verfärbung |
| Kautschuk rot | poliert | leichte oberflächliche Verfärbung |
| Kautschuk rosa | unpoliert | tiefere oberflächlichere Verfärbung. |

Daraus geht hervor, daß Heliodon in poliertem und unpoliertem Zustand eine sehr gute Oberflächendichte aufweist.

Unmittelbar im Zusammenhang mit diesem Versuch steht der Versuch über die Volumenbeständigkeit von Heliodon. Sie gilt als weitere Forderung,die man an ein brauchbares Prothesenmaterial stellt. Bei diesem Versuch wurde wie folgt vorgegangen:

Kleine Heliodon- und Kautschukstückchen wurden 3 Wochen lang bei 37°, was der Mundtemperatur entspricht, in folgenden Reagentien geprüft:

1. Mineralisierter Speichel,
2. Mineralisierter Speichel + 5% Buttersäure,
3. Mineralisierter Speichel + 1% Milchsäure.

Bevor man die Stücke der Einwirkung dieser Reagentien aussetzt, werden sie zunächst getrocknet und ihr genaues Gewicht ermittelt. In bestimmten Zeitabständen von 8, 14 und 21 Tagen nimmt man erneute Wägungen vor, nachdem man durch Alkohol und Fließpapier die Stücke von der anhaftenden Reagenzflüssigkeit gesäubert hat.

Das Ergebnis für Heliodon hatte folgende Werte:

| Reagenz | Anfangsgewicht | Gewicht nach 8 Tagen | Gewicht nach 14 Tagen | Gewicht nach 21 Tagen |
|---|---|---|---|---|
| 1. Mineral.Sp | 0,605 g | 0,608 g | 0,609 g | 0,610 g |
| 2. Mineral.Sp. + 5% Buttersäure | 0,64 g | 0,645 g | 0,645 g | 0,645 g |
| 3. Mineral.Sp. + 1% Milchsäure | 0,54 g | 0,541 g | 0,542 g | 0,54 g |

Das Ergebnis für Kautschuk hatte folgende Werte:

| Reagenz | Anfangsgewicht | Gewicht nach 8 Tagen | Gewicht nach 14 Tagen | Gewicht nach 21 Tagen |
|---|---|---|---|---|
| 1. Mineral.Sp. | 1,52 g | 1,51 g | 1,47 g | 1,49 g |
| 2. Mineral.Sp. + 5% Buttersäure | 3,47 g | 3,45 g | 3,42 g | 3,46 g |
| 3. Mineral.Sp. + 1% Milchsäure | 2,62 g | 2,61 g | 2,53 g | 2,58 g |

Auf Grund dieser Untersuchung kam ich zu der Feststellung, daß Heliodon im Laufe der Zeit eine Gewichtszunahme, und Kautschuk in den ersten 14 Tagen eine Gewichtsabnahme und in den letzten 8 Tagen eine Gewichtszunahme erfahren hat.

In Prozenten ausgedrückt, ergeben sich folgende Werte:

| Für Heliodon: | nach 21 Tagen um % schwerer geworden: |
|---|---|
| 1. Mineral.Sp. | 0,82% |
| 2. Mineral.Sp. + 5% Buttersäure | 0,78% |
| 3. Mineral.Sp. + 1% Milchsäure | 0,0 % |

| Für Kautschuk: | nach 14 Tagen um % leichter geworden: | nach 21 Tagen um % schwerer geworden: |
|---|---|---|
| 1. Mineral.Speich. | 3,28% | 1,36% |
| 2. Mineral.Speich. — 5% Buttersäure | 1,44% | 1,16% |
| 3. Mineral.Speich. — 1% Milchsäure | 3,42% | 1,97% |

Bei vergleichender Betrachtung der Tabelle finden wir einen wesentlichen Unterschied zwischen Heliodon und Kautschuk bei gleichzeitiger Einwirkung des mineralisierten Speichels.

Bei Heliodon handelt es sich um Quellungsvorgänge, zu denen Kunstharzprodukte neigen. Bei Kautschuk ist es zunächst ein Auflösungsprozeß, der durch die chemischen Bestandteile im Speichel hervorgerufen wird und nachträglich um einen Quellungsvorgang. Nach der bereits angeführten Dissertation von Ploch ist zu den Quellvorgängen zu sagen: „Diese sind an und für sich ungünstiger zu beurteilen als Auflösungserscheinungen, da in der Quellflüssigkeit wahrscheinlich Bakterien vorhanden sind, die wohl zur weiteren Auflösung, wie zu Schleimhautreizungen, beitragen. Wenn jedoch, wie beim Kautschuk, zuerst Auflösungsvorgänge stattfinden, so wird dann die nachträgliche Quellung schließlich bedeutend stärkere Ausmaße annehmen, da hier Hohlräume geschaffen sind, die sich mit Flüssigkeit füllen können und außerdem durch Oberflächenvergrößerung für die schädigenden Mundsäuren zum erhöhten Zerfall beitragen."

Infolge dieser nachgewiesenen guten Oberflächendichte von Heliodon läßt sich ohne weiteres die Behauptung aufstellen, daß eine Heliodonprothese im Vergleich zu einer Kautschukprothese durch chemische Einflüsse weit weniger angegriffen werden kann, wenn schließlich auch zugegeben werden muß, daß es wohl nicht möglich sein wird, ein Basismaterial herzustellen, das durch chemische Einwirkungen nicht angegriffen werden kann.

**Säurebeständigkeitsversuch:**

Die in der Mundhöhle vorkommenden sauren und alkalischen Bestandteile, die teils im Speichel vorhanden sind und teils durch die Nahrung aufgenommen werden, erfordern die Untersuchung, inwieweit das verarbeitete Prothesenmaterial davon beeinflußt wird. Deshalb ließ ich Milchsäure, Essigsäure, Salzsäure und schließlich auch Schwefelsäure und Kalilauge auf Heliodon einwirken. In mehreren kleinen Heliodonstückchen brachte ich kreisrunde Vertiefungen an, wobei die Dicke des Bodens innerhalb dieser Aussparung ½ mm betrug. Diese kleinen Aushöhlungen füllte ich mit je einer der angeführten Säuren an. Die Heliodonstückchen mit Säureinhalt legte ich auf blaues Lackmuspapier, die mit Laugeninhalt auf rotes Lackmuspapier. Die Öffnungen dieser kleinen Näpfchen verschloß ich mit Deckgläschen, die mit Vaseline isoliert waren. Auf diese Weise konnte eine Einwirkung der Säuren auf das Lackmuspapier nur dann stattfinden, wenn die Säure bzw. die Lauge tatsächlich das Material durchdrang. Innerhalb von 6 Tagen prüfte ich dreimal die Versuchsreihe. Die Verfärbung des Lackmuspapieres zeigte die Durchlässigkeit des Materials an. Ich kam zu folgendem Ergebnis:

Bei Heliodon:

| Säure: | am 2. Tag | am 4. Tag | am 6. Tag |
|---|---|---|---|
| Schwefelsäure | Lackmusp. blau | Lackmusp. blau | Lackmusp. blau |
| Salzsäure | blau | blau | blau |
| Essigsäure | Lackmusp. blau | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Milchsäure | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Lauge: | | | |
| Kalilauge | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |

Bei Kautschuk:

| Säure: | am 2. Tag | am 4. Tag | am 6. Tag |
|---|---|---|---|
| Schwefelsäure | Lackmusp. blau | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Salzsäure | Lackmusp. blau | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Essigsäure | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Milchsäure | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot |
| Lauge: | | | |
| Kalilauge | Lackmusp. rot | Lackmusp. rot | Lackmusp. blau |

Aus den Versuchen geht hervor, daß Heliodon ein relativ günstiges Verhalten gegen Einwirkungen von Säuren und Laugen zeigt und die Säuredurchlässigkeit des Kautschuks in manchem sogar noch unterbietet. Bei diesen Versuchen muß natürlich noch berücksichtigt werden, daß im Munde niemals die Säuren in dieser Konzentration vorkommen, wie sie zu diesem Versuch angewandt wurden. Ich ging von dem Gedanken aus, lediglich die verschiedenen Säureeinwirkungen im allgemeinen auf Heliodon im Vergleich zu Kautschuk durch Laboratoriumsversuche festzustellen.

**Mundbeständigkeit gegen Nikotin, Alkohol und Aceton:**

Zu diesem Versuch wurden kleine Heliodon- und Kautschukstückchen, die auf der einen Seite poliert, auf der anderen unpoliert waren, in je ein Reagenzglas mit Aceton, mit Tabaklauge und mit reinem Alkohol gebracht. In jedem Reagenzglas befand sich außerdem noch mineralisierter Speichel. Die Reagenzgläser wurden in ein Thermostat gebracht und bei einer Temperatur von 37°, die der Mundtemperatur entspricht, 100 Stunden belassen. Bei Heliodon zeigte sich nun, daß nach Ablauf des Versuches Aceton und Nikotin überhaupt keinen Einfluß ausübten. Alkohol rief eine schwach bläuliche Verfärbung und ein leichtes Aufquellen hervor. Dies dürfte aus der hohen Konzentration des Alkoholes zu erklären sein, die praktisch in der Mundhöhle nie vorkommt und sich deshalb auch nicht als wesentliche Beeinträchtigung für eine Heliodonprothese

auswirkt. Die Kautschukstückchen wurden von Nikotin bräunlich schwarz verfärbt, Aceton und Alkohol riefen keine Veränderung hervor. Heliodon erwies sich also auch hier als äußerst mundbeständiger Werkstoff, der in dieser Hinsicht dem Kautschuk gleich war.

**Wärmebeständigkeit:**

Zum Nachweis dieses Versuches fertigte ich folgende Apparatur an. In einer mit Wasser gefüllten Glaswanne wird an einem senkrecht aufgestellten Stab parallel zum Wasserspiegel ein Heliodonstab an einem Ende mit einer Klaue befestigt. Das andere mit einer Kerbe versehene Ende wird mit einer Drahtschlinge umgeben, an der ein Gewicht von 100 g freihängend befestigt wird. Gemessen wird die Höhe vom Boden des Glases zum freien Ende des Heliodonstabes. Sie betrug 4,3 cm. Dann wird das Wasser auf 37° erhitzt und 5 Minuten auf dieser Temperaturgehalten. Die jetzt vorgenommene Messung betrug wieder 4,3 cm. Nun wurde Ständer mit Heliodonstab aus dem Wasserbad entfernt, das Wasser auf 65° erhitzt, der Ständer wieder in das Wasser gestellt und die Temperatur 2 Minuten auf 65° gehalten. Die jetzt vorgenommene Messung betrug 4,0 cm. Daraus geht hervor, daß bei normaler Mundtemperatur keinerlei Wärmeeinwirkung auf Heliodon festzustellen ist. Die kleine Abweichung, die bei zweiminutiger Einwirkung von 65° festzustellen war, wird praktisch bei einer im Mund getragenen Prothese nie vorkommen können. Genau wie es von Kautschuk bekannt ist, ist Heliodon in bezug auf Wärmeeinwirkung mundbeständig.

**Bruchfestigkeit:**

Diesen Versuch führte ich auf folgende Weise aus: Verwendet wurde ein Stückchen aus einer Heliodonprothese und ein Reparaturstück einer Heliodonprothese. Diese Stückchen wurden auf die Schneidekanten von zwei Prismen, die auf einer Eisenplatte im Abstand von 20 mm montiert waren, gelegt. Zwischen den Prismen befand sich eine Aussparung in der Eisenplatte. Die Größe der Heliodonstäbchen betrug $30 \times 6 \times 2{,}5$ mm. Auf der Mitte dieser

Heliodonstäbchen saß die Schneide eines dritten Prismas in der Form eines Reiters auf. An diesem Prisma war ein Gewichtsteller befestigt, der so lange mit Gewichten beschickt wurde, bis das Stückchen zu Bruch ging. Dabei kam folgendes Ergebnis zustande:

Ganzes Stück: Nach einer Einwirkungsdauer von 1 Minute mit 8,5 kg Belastung gebrochen.

Reparaturstück: Nach einer Einwirkungsdauer von 1 Minute mit 5,3 kg Belastung gebrochen.

Daraus geht hervor, daß Heliodon eine weit größere Bruchfestigkeit als Kautschuk besitzt und auch in dieser Hinsicht ein vortreffliches Prothesenmaterial darstellt. Besonders sei noch darauf hingewiesen, daß gerade auch Reparaturstücke jeglicher durch den Kauakt vorkommender Belastung in trefflicher Weise standhalten.

**Lichtempfindlichkeit:**

Um am Schlusse meiner Versuchsreihe die Lichtempfindlichkeit von Heliodon noch nachzuweisen, setzte ich ein Heliodonstückchen 3 Wochen lang dem Sonnenlicht aus, ein zweites bewahrte ich in Stanniol eingewickelt während der gleichen Zeit im Dunkeln auf. Bei der vergleichenden Betrachtung der beiden Stückchen war keinerlei Farbveränderung festzustellen und somit die Licht- und Farbempfindlichkeit einwandfrei erwiesen.

### 4. Klinische Beobachtungen mit Heliodon.

Wie bereits erwähnt, läßt sich Heliodon für jede Prothesenart verarbeiten. Partielle und totale Prothesen im Ober- und Unterkiefer, Prothesen in Verbindung mit Stahl oder anderen Metallen sind gut herstellbar. Bei der Anfertigung partieller Prothesen ist besondere Vorsicht bei der Verarbeitung von Heliodon geboten, da sonst leicht ein Verpressen der Klammern und Klammerzähne eintreten kann. Da ja das Heliodon überall hingepreßt werden muß, ist es nötig, die Klammern dem Modell nicht anliegen zu lassen. Um den Klammern einen festen Sitz zu verleihen, müssen sie angerauht oder durchlocht werden. Da Prothesenstücke aus Heliodon sehr

leicht sind, was wohl im allgemeinen immer als wohltuend empfunden wird, müssen unsere totale Prothesen meinen Erfahrungen nach mit einer Zinnbasis verarbeitet werden, um ihnen eine bessere Haltefestigkeit zu geben.

Von besonderem Interesse ist es, die Eindrücke der Patienten selbst in kurzem zu hören. Alle meine Patienten, denen ich eine Heliodonprothese anfertigte, waren zunächst über den kosmetischen Effekt restlos begeistert. Durch die zahnfleischähnliche Farbe und die Transparenz von Heliodon waren selbst beim Sprechen die Prothesen nur schwer erkennbar. Besonders wohltuend werden das jene Patienten empfinden, die in Ausübung ihres Berufes als Redner, Sänger oder Schauspieler tätig sind. Ferner bestätigten mir meine Patienten immer wieder, daß sie die Leichtigkeit der Heliodonprothesen sehr angenehm im Tragen empfinden. Dazu konnte ich auch immer wieder eine gewebsfreundliche Haltung von Heliodon feststellen und keine Schleimhautentzündungen oder sonstige Gewebsschädigungen, die durch die Zusammensetzung eines Prothesenmaterials entstehen könnten, bemerken. Nach der Ansicht von Falck würde gerade diese Eigenschaft von Heliodon dem Kautschuk gegenüber hervorzuheben sein. Denn er steht auf dem Standpunkt, daß bei ungefähr 50% aller Träger von Kautschukprothesen Reizerscheinungen an der Mundschleimhaut auftreten. Auf meine Frage, ob ein Eigengeschmack von Heliodon im Munde auftrete, erhielt ich immer verneinende Antworten. Auch wurde mir immer bestätigt, daß sich das Geschmacksempfinden der Patienten durch das Tragen einer Heliodonprothese in keiner Weise änderte. Ebenso nahm die Heliodonprothese nie den Geruch von Speisen oder Getränken an. Gerade in dieser Hinsicht dürfte das Heliodon dem Kautschuk vorzuziehen sein, der ja stets mit etwas Eigengeschmack behaftet ist. Die Erfahrungen, die ich über die Adhäsion bei den Laboratoriumsversuchen sammelte, fand ich am Patienten immer wieder bestätigt. Die Prothesen zeichneten sich durch gute Saugkraft aus, saßen fest und zeigten keinerlei Abhebelungen beim Kauen. Eine Patientin, die zuerst eine Kautschukprothese trug und sich dann eine Heliodonprothese anfertigen ließ, äußerte, sie habe den Eindruck, „als sei durch die Heliodonprothese der Mund bei weitem nicht so voll wie bei der Kautschukprothese. Sie merke fast über-

haupt nicht, einen Fremdkörper im Munde zu haben". Dadurch fällt natürlich das Sprechen mit einer Heliodonprothese leichter als mit einer Kautschukprothese, weil der Zunge durch die geringe Stärke des Heliodons mehr Spielraum bleibt. Wie die oben angeführten Versuche zeigten, konnte ich selbst bei Pfeifenrauchern keine Farbveränderungen durch Nikotin oder Teerablagerungen bemerken. Bei Patienten, die ich nach längerem Tragen einer Heliodonprothese wiederbestellte, konnte ich stets eine restlose Mundbeständigkeit der Heliodonprothese feststellen.

## Zusammenfassung.

Im ersten Abschnitt meiner Arbeit gab ich einen kurzen Überblick über neue Werkstoffe in der zahnärztlichen Prothetik und zeigte, daß die heute verwendeten Kunstharzstoffe keine Ersatzstoffe für Kautschuk darstellen, sondern Austauschstoffe. Der zweite Abschnitt bringt die Zusammensetzung und Verarbeitungsweise von Heliodon, die der Kautschukverarbeitung gegenüber den einen Nachteil hat, daß alles in Hartgips getätigt werden muß, im übrigen aber ohne großen Aufwand an Apparaturen und Mühe vor sich gehen kann. Im dritten Abschnitt stellte ich die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Heliodon in einer Reihe von mir ausgeführter Laboratoriumsversuche zusammen. Untersucht wurde spezifisches Gewicht, Haltefestigkeit, Adhäsion, Oberflächendichte, Volumenbeständigkeit, Säurebeständigkeit, Mundbeständigkeit, Wärmebeständigkeit, Bruchfestigkeit und Lichtempfindlichkeit. Im vierten Abschnitt brachte ich die klinischen Beobachtungen mit Heliodon. Ich kam zu der Überzeugung, daß Heliodon sowohl für den Praktiker, als auch für den Patienten ein vorzügliches Prothesenmaterial darstellt. Alle Forderungen, die man an ein taugliches Prothesenmaterial stellt, wurden mit kleinen Einschränkungen erfüllt. Besonders hervorzuheben sind der kosmetische Effekt und die Mundbeständigkeit von Heliodon. Bei der Vergleichung mit Kautschuk konnte ich bei den einzelnen Versuchen und Beobachtungen zeigen, daß Heliodon zu mindest ein ebenso gutes Prothesenmaterial wie Kautschuk ist, in manchem ihn sogar noch übertrifft. Um einen vol-

len Erfolg bei der Heliodonprothese zu erzielen, ist es nötig, daß derjenige, der Heliodon verarbeitet, genügend Erfahrungen sammelt und über eine gewisse Fertigkeit verfügt. Wenn es dann noch gelingt, die Herstellungskosten zu senken, dürfte Heliodon berufen sein, in der Zukunft als Basismaterial eine beachtliche Rolle zu spielen.

---

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich es nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Dr. M ü n c h für die freundliche Überlassung des Themas und die liebenswürdige Unterstützung bei der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Ferner danke ich der Firma D e n t a u r u m - Pforzheim für die freundliche Überlassung des zur Verfügung gestellten Materials.

## Literatur.


Blum, H.: Prothetik und Werkstoffkunde 1939.

Bruhn, Christian: Zahnärztliche Prothetik 1930.

Falck: Einführung in die Werkstoffkunde für Zahnärzte. Verlag Lehmann, Mchn. 1937.

— Erfahrungen mit dem deutschen Werkstoff Gingivist. D.Z.W. 1938.

Gerlach, Hans: Neue deutsche Werkstoffe in der Zahnheilkunde, 1938.

Korrespondenz mit der Firma Dentaurum, Pforzheim.

Ploch, Erich: Untersuchung des Prothesenwerkstoffes Paladon. Inaug.-Diss. Freiburg, 1937.

Rehm: Erfahrungen über den Werkstoff Neohekolith. D.Z.W., 1938.

Roehr: Untersuchungen über das Verhalten neuerer zahnärztlicher Prothesenmaterialien im Vergleich zum Zahnkautschuk. Inaug.-Diss. München, 1936.

Schoenbeck: Die Kunstharze als zahnärztliche Werkstoffe. 1938.

Zabel: Physikalische und chemische Eigenschaften des Prothesenwerkstoffes Neohekolith. Inaug.-Diss. Jena, 1936.

## Lebenslauf.

Am 25. Februar 1908 wurde ich zu Leipzig als Sohn des Apothekers Franz Weiss geboren. Nach Ablegen meiner Reifeprüfung 1933 in Falkenstein i. V. war ich zunächst zwei Jahre als Apothekenpraktikant tätig. 1935 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität Leipzig und legte im Frühjahr 1939 meine zahnärztliche Prüfung an der Universität Würzburg ab. Seit dieser Zeit bin ich als Assistent in der prothetischen Abteilung des zahnärztlichen Universitätsinstituts Würzburg tätig.

Würzburg im November 1939.

---

## Ehrenwörtliche Versicherung.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt, auch keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die darin angeführte Literatur benutzt habe.

Joachim Weiss.